

Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters menschlicher Feten auf Grund der ersten Hand- und ersten Fußwurzelknochenmaße, sowie der Größe des Atlas und des Epistropheus-Wirbelbogens

I. GY. FAZEKAS und F. KÓSA

Gerichtlich-Medizinisches Institut der Medizinischen Universität Szeged

Eingegangen am 18. Juni 1966

Im Falle von Kindesmord oder kriminellen Aborten muß sich der Gerichtsmediziner nicht selten auf Grund des Skelettes oder nur einiger Knochenmaße desselben darüber äußern, in welchem Schwangerschaftsmonat das Kind geboren ist und ob es nicht aus der inkriminierten Kindesabtreibung stammen, bzw. Opfer eines Kindesmordes sein kann. In solchen Fällen kann hinsichtlich des Alters vor allem auf Grund der Größe der Extremitätenknochen eine Meinung abgegeben werden, da in Kenntnis der Gliedmaßenknochenmaße mit Hilfe der in der Literatur befindlichen zahlreichen Knochenmaß-Tabellen und -Graphikone das Alter der Kinder ziemlich genau festgestellt werden kann (LANGER, LANDOIS, LAMBERTZ, TOLDT, ALGOT KEY ABERG, BALTHAZARD-DERVIEUX, ROBB und CLARK, SIEBERT, SAETTELE, OLIVIER und PINEAU, FAZEKAS und KÓSA).

Abgesehen von einigen Mitteilungen, in denen auch die Größen der wichtigeren Schädel- und Rumpfknochen angegeben sind (TOLDT, ALGOT KEY ABERG), begegnen wir in der Literatur Arbeiten, die über Knochengrößenbestimmungen an einem umfangreicheren Material berichten würden, nicht. Dies veranlaßt uns, Untersuchungen nicht nur an den Extremitätenknochen durchzuführen, sondern auch die Größenmaße der übrigen meßbaren, charakteristisch geformten Knochen der menschlichen Feten zu bestimmen, um mit ihrer Hilfe das Alter der Kinder genau ermitteln zu können. Über die Körperlängen- und Lebensalterbestimmung auf Grund der Meßdaten einiger flacher Knochen [3], der Extremitätenknochen [4, 5], der Knochen des Schultergürtels [6], der Beckenknochen [7], der Rippen [8], der Schädeldach- [10], der Schädelbasis- [9] und der Gesichtsknochen [11] haben wir an anderer Stelle schon berichtet.

In diesen Mitteilungen haben wir das zwischen den erwähnten Knochen und der Körperlänge bestehende Verhältnis mittels einer Regressionsgleichung festgestellt, mit deren Hilfe und mit dem auf Grund ihrer gezeichneten Regressionsdiagramm Körperlänge und Alter des

fraglichen Kindes genau ermittelt werden können. Unter Anwendung einer solchen Methode können sich auch die Maße einiger charakteristischen Wirbel- sowie Hand- und Fußwurzelknochen zur Berechnung der Körperlänge als geeignet erweisen. Wenn die übrigen größeren flachen und Röhrenknochen zur Bestimmung der Körperlänge zur Verfügung stehen, können gewöhnlich die Maße dieser kleinen Knochen außer acht gelassen werden, da ja auf Grund der Daten der übrigen Knochen die Ermittlung des Lebensalters mit entsprechender Genauigkeit möglich ist. In besonderen Fällen aber, wenn in Verbindung mit dem Kindesmord das Kind zerstückelt wurde und nur einige Körperteile oder gar nur deren Knochen zur Untersuchung gelangen, können die in der vorliegenden Mitteilung bekanntzugebenden Daten bei der Abgabe eines Gutachtens eine große Hilfe bedeuten. Nach unseren Untersuchungen liefern auch die Daten dieser kleinen, aber typischen Knöchelchen erwiesenermaßen eine Möglichkeit zur genauen Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die in dieser Arbeit mitgeteilten Daten im Falle krimineller Aborte und Kindesmorde häufig herangezogen werden, dennoch schien es wünschenswert, auch die Maße dieser Knochen zu bestimmen, da hiermit eine Lücke ausgefüllt wird. In der Literatur sind für diese Knochengrößen absolut keine Daten angegeben, ungeachtet dessen können sie mit nahezu gleicher Genauigkeit zur Ermittlung des Lebensalters Verwendung finden, wie die übrigen fetalen Knochen.

Untersuchungsmaterial und Methodik

Es wurden von 138 totgeborenen oder wenige Stunden nach der Geburt gestorbenen menschlichen Feten die I. Hand- und Fußwurzelknochen, sowie die Länge der Wirbelbögen des Atlas und Epistropheus gemessen. 71 der untersuchten Feten waren Knaben und 67 Mädchen, deren Körperlänge sich zwischen 9 und 55 cm bewegte. Die Länge der Feten wurde auf Grund der Entfernung zwischen Scheitel und Sohle bestimmt, indem die unteren Extremitäten ausgestreckt, aber nicht gezogen wurden. Mazerierte Früchte wurden nicht mitverwendet. Alle untersuchten Feten stammten von gesunden Eltern ab, in deren Anamnese weder endokrine Krankheiten, noch konstitutionelle Anomalien oder Knochenerkrankungen vorkamen.

Die verschieden langen Feten wurden nach der HAASESchen Regel mit Halbmonatsunterschieden eingestuft: z. B. kamen in die Altersgruppe der im VIII. Mondmonat befindlichen Feten jene mit 40 cm — aber auch mit 39 und 41 cm — Länge, während solche mit 42 und 43 cm bereits in die Gruppe der VIII $\frac{1}{2}$ -Monatigen gereiht wurden.

Die Hand- und Fußwurzelknochen, sowie auch die Wirbelkörper und -bögen der von den Weichteilen befreiten, entfetteten und an der freien Luft getrockneten Skelette wurden mit Hilfe eines mit Nonius-Skala versehenen Rechenschiebers auf 0,1 mm Genauigkeit gemessen.

Bei der Messung der I. Hand- und der I. Fußwurzelknochen wurde deren Länge, und im Falle des Atlas und Epistropheus die Länge der halbseitigen Wirbelbögen berücksichtigt.

Ergebnisse und Besprechung

Von den Handwurzel- bzw. Fußwurzelknochen und den Knochen der Wirbelsäule haben wir zur Körperlängenbestimmung den I. Hand- und den I. Fußwurzelknochen, sowie den Wirbelbogen von Atlas und Epistropheus gewählt, weil diese Knochen unter den übrigen leicht auszuwählen und dank ihrer charakteristischen Form auch dann zu erkennen sind, wenn die übrigen Hand- und Fußwurzelknochen bzw. Wirbelkörper nicht im Untersuchungsmaterial aufzufinden sind.

Die Durchschnittsgrößenwerte der erwähnten Knochen bei den mit Altersunterschieden von $\frac{1}{2}$ Mondmonat gruppierten Feten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1. *Maße der I. Hand- und I. Fußmittellknochen, sowie der Wirbelbogen des Atlas und Epistropheus in mm, gemäß dem III.—X. Mondmonatsalters auf Grund der Untersuchungen von 138 fetalen Knochengeriisten*

Lebensalter (Mond- monat)	Zahl der Fälle	Geschlecht		Durch- schnitt- liche Körper- länge in cm	Durch- schnittliches Körper- gewicht in g	Atlas	Epi- stro- pheus	Meta- carpus I.	Meta- tarsus I.
		♂	♀						
III	2	1	1	9,5	26,0	—	—	—	—
III $\frac{1}{2}$	3	2	1	12,3	73,3	3,5	4,2	—	—
IV	9	5	4	17,3	123,5	4,2	5,0	1,8	2,4
IV $\frac{1}{2}$	15	7	8	22,0	213,2	5,3	5,9	2,3	3,2
V	13	6	7	25,6	355,1	6,2	7,4	3,1	4,0
V $\frac{1}{2}$	11	7	4	27,3	419,2	7,0	7,7	3,7	5,0
VI	12	6	6	30,6	609,9	7,9	9,2	4,3	5,8
VI $\frac{1}{2}$	12	4	8	32,6	663,5	8,2	9,7	4,6	6,3
VII	12	7	5	35,4	869,8	9,0	10,3	5,1	7,3
VII $\frac{1}{2}$	12	6	6	37,5	992,8	10,2	12,2	5,9	8,2
VIII	8	5	3	40,0	1336,3	11,0	13,3	6,3	9,1
VIII $\frac{1}{2}$	7	5	2	42,4	1785,0	11,4	14,7	7,2	10,7
IX	5	3	2	45,6	1900,0	11,9	16,1	8,1	11,5
IX $\frac{1}{2}$	7	3	4	48,0	2894,6	13,1	17,2	8,9	12,3
X	10	4	6	51,5	3144,1	15,0	18,2	9,3	13,2
Insgesamt 138		71	67						

Zur Analyse des Verhältnisses zwischen der Größe der untersuchten Knochen und der Körperlänge haben wir uns einer mathematisch-statistischen Methodik bedient:

Durch *Regressionsberechnung* haben wir das für die ganze Zeit des intrauterinen Lebens gültige, zwischen den obigen Knochenmaßen und der Körperlänge bestehende Verhältnis ermittelt, indem wir die Regressionsgleichung bzgl. der Maße des I. Hand- und Fußwurzelknochens, bzw. des Atlas- und Epistropheus-Wirbelbogens zur Körperlänge bestimmten und auf Grund dessen die Regressionsdiagramme (Abb. 1a

bis 4 a) zeichnen. Die Regressionsdiagramme enthalten — entsprechend den in Tabelle I. dargestellten Altersgruppen — die durchschnittlichen Maße der untersuchten Knochen in Abhängigkeit von den durchschnittlichen Körperlängenwerten. Bei den Regressionsberechnungen galt die Körperlänge als unabhängige (X), und die Maße der untersuchten Kno-

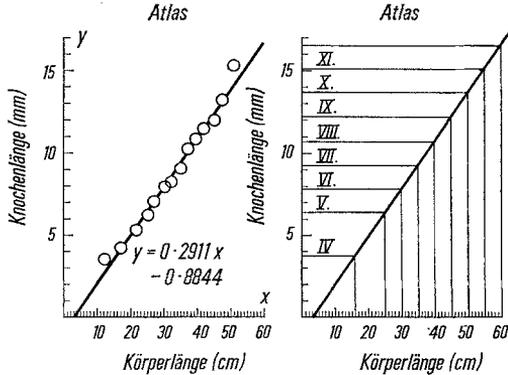


Abb. 1 a

Abb. 1 b

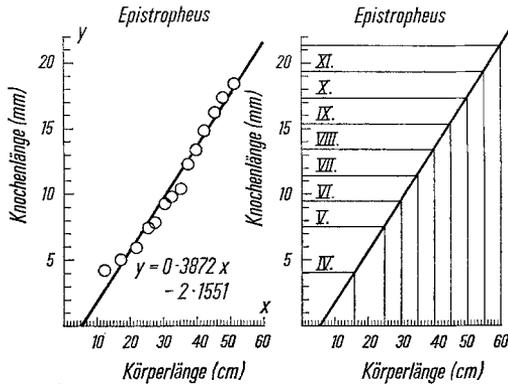


Abb. 2 a

Abb. 2 b

chen als abhängige Veränderliche (Y). Auf diese Weise veranschaulicht die auf Grund der Knochengrößen aufgenommene Regressionsgerade genauestens das zwischen Knochengrößen und Körperlänge bestehende Verhältnis und zeigt den auf die untersuchten Knochen der aus verschiedenen Schwangerschaftsperioden stammenden Feten am besten passenden, verallgemeinerten Fall an.

An den Regressionsdiagrammen sind mit kleinen Kreisen die Durchschnittsmaße des I. Hand- und des I. Fußwurzelknochens, sowie des Atlas- und Epistropheuswirbelbogens eingetragen, welche demonstrativ die Abweichungen — die Streuungen — der durchschnittlichen Werte

der untersuchten Knochen verschieden alter Feten von der Regressionsgeraden vor Augen führen.

Mit Hilfe der Regressionsgeraden kann nicht nur die Körperlänge, sondern auch das Alter der Feten unmittelbar festgestellt werden, indem man — nach Projektion des Wertes eines untersuchten Knochens auf

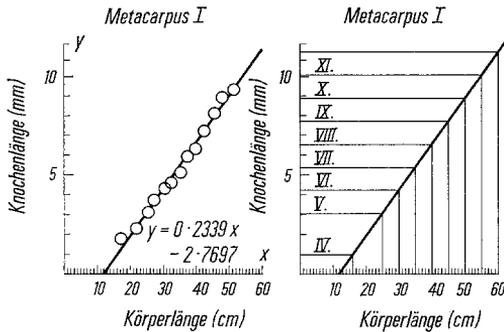


Abb. 3 a

Abb. 3 b

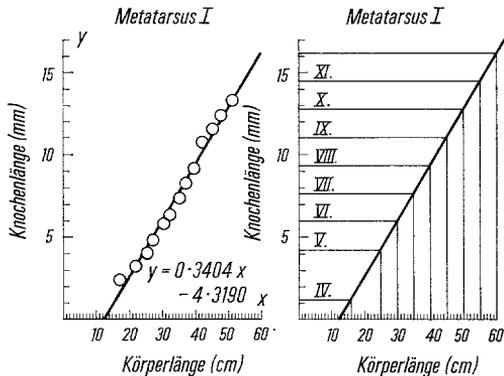


Abb. 4 a

Abb. 4 b

die ihm entsprechende Regressionsgerade — von der X -Achse die Körperlänge abliest, da an diesen modifizierten Regressionsdiagrammen in Banden auch die Mondmonate angeführt sind (Diagramme 1 b—4 b).

Durch Umordnung der für die Maße des I. Hand- und I. Fußwurzelknochens, sowie des Atlas- und Epistropheuswirbelbogens berechneten Regressionsgleichungen, d. h. Ausdrücken der Körperlänge (X), haben wir *Verhältniszahlen* erhalten, die — multipliziert mit den obigen Knochenmaßen der untersuchten Feten — deren Körperlänge ergeben. Mit diesen Verhältniszahlen müssen die auf cm umgerechneten Werte der obigen Knochen multipliziert werden, und so erhalten wir auch die Körperlänge in cm.

Diese Verhältniszahlen sind folgende:

Körperlänge (cm) = Metacarpus I.-Länge	(cm) × 42,75 + 11,84
Körperlänge (cm) = Metatarsus I.-Länge	(cm) × 29,38 + 12,69
Körperlänge (cm) = Atlasbogen-Länge	(cm) × 34,35 + 3,04
Körperlänge (cm) = Epistropheusbogen-Länge	(cm) × 25,83 + 5,57

In solchen Fällen, in denen die auf Grund der Knochengrößen gezeichneten Regressionsdiagramme zur Verfügung stehen, erübrigt sich die Benutzung der obigen Verhältniszahlen, weil aus den Regressionsdiagrammen Körperlänge und Alter genau abgelesen werden können. In Ermangelung von Regressionsdiagrammen aber lassen auch die angegebenen Verhältnisziffern die genauen Körperlängenwerte feststellen.

Um die Art (die Genauigkeit) des Zusammenhanges zwischen den untersuchten Knochenmaßen und der Körperlänge untersuchen zu können, haben wir auch die *Korrelationskoeffizienten* (r) und die *Signifikanz der Korrelationskoeffizienten* (S) ermittelt, die die Wahrscheinlichkeit dessen anzeigen, ob zwischen Knochenmaßen und Körperlänge ein enger Zusammenhang bzw. Gesetzmäßigkeit besteht, oder aber der scheinbare Zusammenhang nur das Ergebnis des Zufalls ist.

Die Signifikanz der Korrelationskoeffizienten ist abhängig von den Werten der Korrelationskoeffizienten der untersuchten Knochenmaße. Je näher diese 1 stehen, um so geringer ist auch S . — Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, liegen die für die untersuchten Knochengrößen berechneten r -Werte sehr nahe 1, was bedeutet, daß die unsererseits untersuchten Knochenmaße sämtlich zur Bestimmung der Körperlänge geeignet sind und die Möglichkeit für Irrtümer in der Körperlängenbestimmung sehr gering ist. Ist S kleiner oder gleich 0,1 %, so hat der Zusammenhang Allgemeingültigkeit, er ist streng gesetzmäßig. Bei der mathematischen Analyse der Maße des I. Hand- und des I. Fußwurzelknochens, sowie des Atlas- und Epistropheusbogens wurden die S -Werte stets als unter 0,1 % liegend befunden (Tabelle 2).

Tabelle 2. Teildaten der Regressions- und Korrelationsberechnung auf Grund der Maße der I. Hand- und I. Fußmittelfknochen, der Wirbelbogen des Atlas und Epistropheus, sowie der Körperlänge

Teildaten der Berechnung	Atlas	Epistropheus	Metacarpus I.	Metatarsus I.
a = Richtungstangent des Regressionsgeraden	0,2911	0,3872	0,2339	0,3404
b = Konstante der Regressionsgeraden	-0,8844	-2,1551	-2,7697	-4,3190
r = Korrelationskoeffizient	0,9924	0,9865	0,9870	0,9935
S = Signifikanz des Korrelationskoeffizienten	$S \ll 0,1\%$	$S \ll 0,1\%$	$S \ll 0,1\%$	$S \ll 0,1\%$

Zusammenfassung

Es wurden die Größenmaße des I. Hand- und des I. Fußwurzelknochens und des Atlas- und Epistropheuswirbelbogens von 138 totengeborenen oder wenige Stunden nach der Geburt gestorbenen menschlichen Feten — 71 Knaben und 67 Mädchen mit einer Länge von 9—55 cm — bestimmt.

Bestimmt wurden ferner die Regressionsgleichung der untersuchten Knochengrößen im Verhältnis zur Körperlänge, sowie die Korrelationskoeffizienten (r) und die Signifikanz der Korrelationskoeffizienten (S). Mit Hilfe der auf Grund der Regressionsgleichungen konstruierten Regressionsdiagramme können Körperlänge und Lebensalter der fraglichen Feten genau bestimmt werden.

Für die untersuchten Knochenmaße wurden Verhältnisziiffern errechnet, bei deren Anwendung die Körperlänge in cm erhalten wird, wenn die Knochenmaße mit ihnen multipliziert werden.

Summary

Measurement of the bones of I. metacarpus and I metatarsus, as well as of the measures of the vertebral arch of the atlas and of epistropheus of 138 human still-born fetuses or new born infants who died a few hours after birth were determined.

The length of the fetuses varied between 9 and 55 cm. There were 71 male and 67 female fetuses.

The regression equation, the correlation coefficients (r) as well as the significant of the correlation coefficients concerning the measurements of the examined bones to the body length were determined.

By means of the regression diagrams constructed on the base of the regression equation, the body length and age of the fetus to be examined may be determined precisely.

Relative numbers were established for the bone-measurements by means of which the body length is obtained in cm, on multiplying the bone-measurements with the given relative numbers.

Literatur

- [1] ALGOT KEY-ABERG: Über die Größenverhältnisse gewisser Skeletteile menschlicher Embryonen in verschiedener Entwicklung. Vjschr. gerichtl. Med. 3. F., 53, 206—211 (1917).
- [2] BALTHAZARD, V., et DERVIEUX: Etudes-antropologiques sur le foetus humain. Ann. Méd. lég. 1, 37—42 (1921).
- [3] FAZEKAS, I. GY., u. F. KÓSA: Die Bestimmung der Körperlänge von Feten auf Grund der Maße einiger flacher Knochen. Dtsch. Z. ges. Med. gerichtl. (im Druck).
- [4] — — Détermination de la Longueur d'Embryon d'après la Dimension du Radius. Ann. Méd. lég. (in Presse).

- [5] FAZEKAS I. GY., u. F. KÓSA: Neuere Beiträge und vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Körperlänge von Feten auf Grund der Diaphysenmaße der Extremitätenknochen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* (im Druck).
- [6] — — Recent data and comparative studies about the body length and age of the fetus on the basis of the measurements of the clavicle and shoulderblade. *Acta Med. leg. soc. (Liège)* 18, 307—325 (1965).
- [7] — — Données Récentes pour la Détermination de la Longueur et de l'Age d'Embryon Humain d'après les Dimensions des Os du Bassin. *Ann. Méd. lég.* (in Presse).
- [8] — — Measurements of the human fetal ribs. Data about the determination of the body length and age based on the measurements of the ribs. *Acta Med. leg. soc. (Liège)* 19, 135—144 (1966).
- [9] — — Bestimmung der Körperlänge und des Alters menschlicher Feten auf Grund der Schädelbasisknochenmaße. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* (im Druck).
- [10] — — Bestimmung der Körperlänge und des Alters menschlicher Feten auf Grund der Schädeldachknochenmaße. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* (im Druck).
- [11] — — Bestimmung der Körperlänge und des Lebensalters menschlicher Feten auf Grund der Größenmaße der Gesichtsknochen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* (im Druck).
- [12] LAMBERTZ: Die Entwicklung des menschlichen Knochengerüsts während des fetalen Lebens, S. 45. Hamburg: Gräfe & Sillen 1900.
- [13] LANDOIS, L.: Über das Wachstum der Diaphysen der Röhrenknochen des Menschen während des intrauterinen Lebens. Ein Beitrag zur Entwicklung des Knochensystems. *Virchows Arch. path. Anat.* 45, 77 (1869).
- [14] LANGER, K.: Wachstum des menschlichen Skelettes. *Denkschr. Ksl. Akad. Wiss. Wien, math. Kl.* 31, 1 (1872).
- [15] OLIVIER, G., et H. PINEAU: Détermination de l'age du foetus et de l'embryon. *Arch. Anat. (Sem. Hôp.)* 6, 21—28 (1958).
- [16] — — Nouvelle détermination de la taille foetal d'après les longueurs diaphysaires des os longs. *Ann. Méd. lég.* 40, 141—144 (1960).
- [17] SAETTELE, R.: Körpergrößenbestimmung menschlicher Früchte an Hand der Längenmaße einzelner Skeletteile oder deren Diaphysen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* 40, 567 (1951).
- [18] ROBB, R., and J. CLARK: Growth of bone-shafts in human fetus. *Proc. Soc. exp. Biol. (N. Y.)* 31, 634—636 (1934).
- [19] SIEBERT, E. O.: Die Altersbestimmung menschlicher Früchte und ihre gerichtlichmedizinische Anwendung. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* 34, 471 (1941).
- [20] SZÁSZ, B.: Knochendimensionen des Fetus. I. *Internat. Kongr. für gerichtl. u. soz. Medizin, Bonn* 1938, S. 518.
- [21] TOLDT, C.: Die Knochen in gerichtlichmedizinischer Beziehung. In: MASCHKAS *Handbuch der gerichtlichen Medizin*, Bd. III, S. 438. Tübingen: Laupp'sche Buchhandlung 1882.

Professor Dr. I. GY. FAZEKAS und Dr. F. KÓSA

Direktor des Instituts für gerichtliche Medizin der Universität Szeged
Kossuth Lajos sugárút 40